

Knut Noreng

Dampsperrer i tak

BYGGFORSK

Norges byggforskningsinstitutt

Knut Noreng

Dampsperrer i tak

Prosjektrapport 190 – 1995

Prosjektrapport 190
Knut Noreng
Dampsperrer i tak

ISSN 0801-6461
ISBN 82-536-0504-8
100 eks. trykt av
S. E. Thoresen as
Resirkulert papir
Omslag 200 g Cyclus
Innmat 100 g Fortuna

© Norges byggforskningsinstitutt 1995

Adr.: Forskningsveien 3B
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO
Tlf.: 22 96 55 00
Faks: 22 69 94 38 og 22 96 55 42

Trondheimsavdelingen
Høgskoleringen 7
7034 TRONDHEIM – NTH

Emneord:

Tak
Sperresjikt
Fukttransport

FORORD

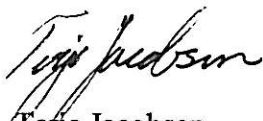
For at bygningens tak skal tåle de påkjenninger det blir utsatt for i vårt klima, så må det være konstruert og laget på riktig måte og av materialer og komponenter som er egnet for formålet.

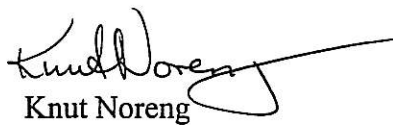
Denne rapporten er laget på oppdrag fra Takprodusentenes Forskningsgruppe, TPF, som er opptatt av at produkter og leggemetoder for takenes sperresjikt er tilpasset det klima og de belastninger man har i Norge. Arbeidet er gjort mulig takket være finansiering med 45 % fra Norges forskningsråd og 45 % fra TPF. Norges byggforskningsinstitutt, NBI har bidratt med den resterende finansieringen.

Rapporten inneholder en del bakgrunnsstoff vedrørende bygningsfysikk, takkonstruksjoner og dampsperrer og skisserer to mulige veier å gå fram når valg av type og utførelse av dampsperre skal gjøres.

Underveis i arbeidet har forfatteren fått verdifull hjelp fra flere, både fra TPFs medlemmer og fra kollegaer ved NBI. En spesiell takk i tillegg til Sivert Uvsløkk som har fungert som rådgiver underveis, som bindeledd mot "Fukt-programmet" og som kvalitetssikrer til slutt.

Trondheim, november 1995


Terje Jacobsen
forskningssjef


Knut Noreng
prosjektleder

INNHold

FORORD	3
1. Innledning	5
2. Fuktmekanikk	6
2.1 Relativ og absolutt fuktighet	6
2.2 Luftfuktighet ute og inn	8
2.3 Likevektsfukt og relativ luftfuktighet	8
2.4 Dampdiffusjon og konveksjon	9
3. Innvendige klimabelastninger	12
3.1 Innvendig luftfuktighet	12
3.2 Innvendig lufttrykk	13
4. Takkonstruksjoner	15
4.1 Kompakte tak	16
4.2 Luftede tak	16
4.3 Byggfukt	16
4.4 Skader	17
4.5 Råte og mugg	17
5. Dampsperrer	19
5.1 Funksjon	19
5.2 Krav til dampsperrer	19
5.3 Dampsperretyper	20
5.4 Dampsperrer punktert av mekaniske festemidler for taktekninger	21
5.5 Skjøting av dampsperrer	22
6. Kontrollberegning av uttørkingspotensialet for forskjellige takutførelser	23
7. Valg av dampsperre på grunnlag av sikre erfaringsbaserte løsninger	27
8. Detaljløsninger	35
9. Henvisninger	39

1. INNLEDNING

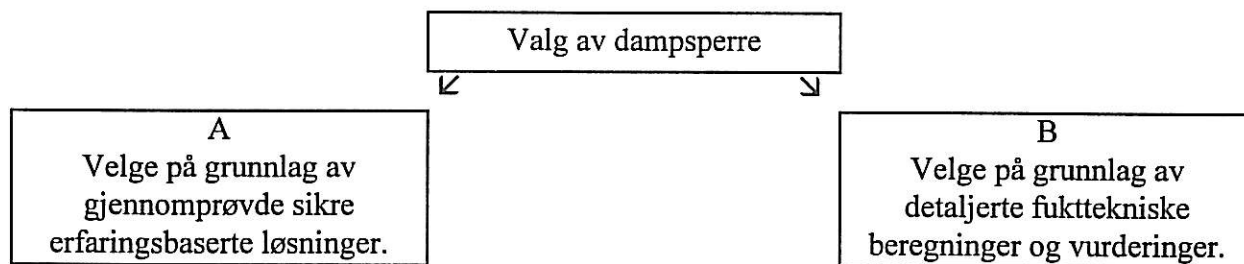
På oppdrag fra Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) har Norges byggforskningsinstitutt (NBI) utarbeidet denne rapporten om "Dampsperrer i tak". Med tak menes det her både kompakte og luftede tak med og uten helning.

Hensikten med prosjektet har vært å samle tilgjengelig viten om temaet, og på det grunnlag utarbeide en anvisning for valg av type og utførelse av dampsperra. Bakgrunnen for dette ønsket var blant annet mange fuktskader i tak som nettopp skyldtes gal bruk og utførelse av dampsperra.

Rapportens første fem kapitler inneholder bakgrunnsstoff, og de to siste kapitlene inneholder råd og anvisninger. Skjemaene vist i kap. 7, viser en enkel metode for "dimensjonering" av dampsperra som kan benyttes der mer nøyaktige beregninger ikke er ønsket.

Arbeidet er finansiert dels av Norges Forskningsråd, dels av TPF og dels av NBI. En del av resultatene er gjort tilgjengelig gjennom samarbeid med prosjektgruppen i forskningsprogrammet "Fukt i bygningsmaterialer og konstruksjoner" og også prosjektgruppen til Statsbyggs "Skråtaksprosjekt".

Som figuren viser, har vi ment at det er to veier man kan gå når type dampsperre og utførelse av dampsperra skal velges:



- A) Valg basert på gjennomprøvde sikre erfaringsbaserte løsninger er vist i kapittel 7. Kapittel 8 viser i tillegg noen eksempler på praktiske løsninger.
- B) Valg kan baseres på detaljerte fukttekniske beregninger og vurderinger for hvert aktuelt tilfelle hvor det blant annet tas hensyn til stedets klima. Det kan gjøres f.eks. på grunnlag av beregninger med dataprogrammet Match som vist i kapittel 6. Resultatene fra en slik beregning av fukttransporten ved diffusjon og av konstruksjonens uttørkingspotensiale, vurderes opp mot total fukttransport og mulige skadevirkninger.

2. FUKTMEKANIKK

Beskyttelse mot fuktskader krever en viss innsikt i fuktmekanikk. Fuktmekanikk er læren om hvordan bygningsmaterialer tar opp i seg og transporterer fuktighet. Mange materialegenskaper er avhengig av fuktinnholdet:

- Endring i materialers fuktinnhold gir volumendringer som kan forårsake vridning, deformasjoner, utbuling og sprekkdannelser i konstruksjonene
- Fasthets- og elastisitetegenskapene henger nøye sammen med fuktinnholdet, spesielt i trebaserte materialer
- Høyt fuktinnhold gir risiko for råtedannelse i tre og trebaserte materialer, og et fuktig miljø forårsaker korrosjon på metaller
- Fuktpåkjenninger forårsaker endringer i farge og utseende hos mange materialer
- Et materials varmeisolerende egenskaper svekkes med økende fuktinnhold
- En del materialer nedbrytes ved hydrolyse

2.1 Relativ og absolutt luftfuktighet

Luftens evne til å ta opp fuktighet i form av vanndamp avhenger av temperaturen. Ved en gitt temperatur kan luften bare inneholde en viss mengde vanndamp. Vanndampens partialtrykk i luften ved maksimalt vanninnhold kalles metningstrykket. Dersom vannmettet luft tilføres ytterligere fuktighet eller hvis lufttemperaturen synker slik at metningstrykket blir lavere, vil det dannes kondens. Se tabell 2.1 og fig. 2.1 som viser luftens maksimale fuktinnhold ved ulike temperaturer.

Fuktinnholdet i luften kan angis som relativ luftfuktighet (RF) som uttrykker vanninnholdet i prosent av det maksimale ved den aktuelle temperaturen. Fuktinnholdet kan også angis absolutt i gram pr. m³ luft eller som et partialtrykk i Pa (N/m²).

Tabell 2.1

Vanndampens metningstrykk og maksimale fuktinnhold ved ulike temperaturer (for minusgrader gjelder metningstrykket over is)

Temp. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)	Tem. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)	Temp. (°C)	Metn. trykk (N/m ²)	Fuktinnh. (g/m ³)
30	4245	30,36	10	1228	9,40	-10	260	2,14
29	4005	28,78	9	1147	8,83	-11	238	1,97
28	3780	27,24	8	1072	8,28	-12	225	1,81
27	3565	25,80	7	1001	7,76	-13	199	1,66
26	3360	24,40	6	935	7,27	-14	181	1,52
25	3170	23,04	5	872	6,80	-15	166	1,39
24	2985	21,80	4	813	6,37	-16	151	1,27
23	2815	20,60	3	757	5,96	-17	137	1,16
22	2640	19,45	2	705	5,57	-18	125	1,06
21	2485	18,35	1	656	5,20	-19	114	0,97
20	2335	17,29	0	611	4,84	-20	104	0,88
19	2195	16,33	-1	563	4,48	-21	94	0,80
18	2060	15,40	-2	517	4,13	-22	85	0,73
17	1935	14,50	-3	475	3,82	-23	78	0,67
16	1818	13,65	-4	437	3,52	-24	71	0,61
15	1703	12,82	-5	402	3,24	-25	64	0,55
14	1596	12,09	-6	368	2,99	-26	58	0,50
13	1496	11,37	-7	338	2,75	-27	52	0,46
12	1400	10,68	-8	310	2,53	-28	47	0,41
11	1311	10,03	-9	284	2,33	-29	42	0,38
						-30	37	0,34

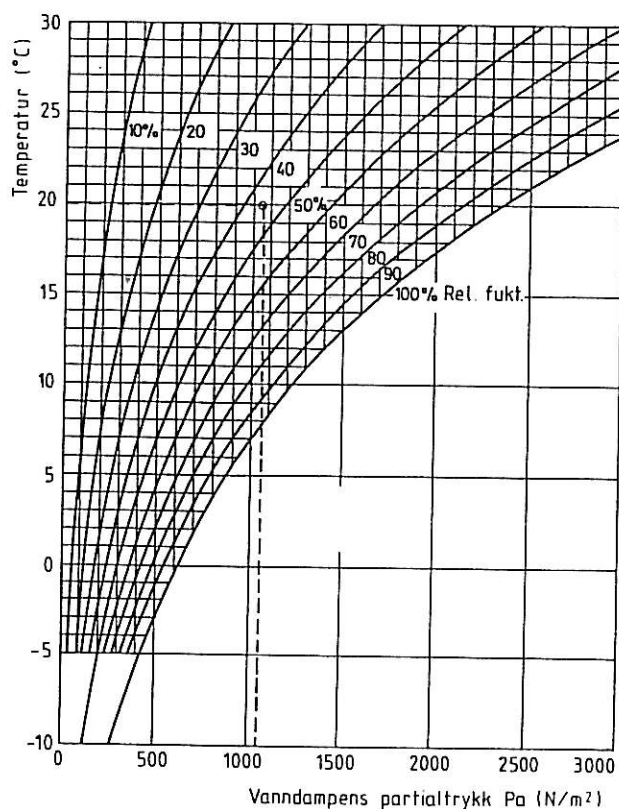


Fig. 2.1
Mollierdiagram

2.2 Luftfuktighet ute og inne

Den relative luftfuktigheten varierer både i løpet av årstiden og døgnet. Figur 2.2 viser eksempel på middelerdi av temperatur og luftfuktighet ute og inne. Det framgår av figuren at den relative luftfuktigheten er langt lavere innendørs enn utendørs om vinteren, men den store forskjellen i metningstrykk mellom varm inneluft og kald uteluft gjør at inneluften likevel inneholder langt mer vanddamp enn uteluften.

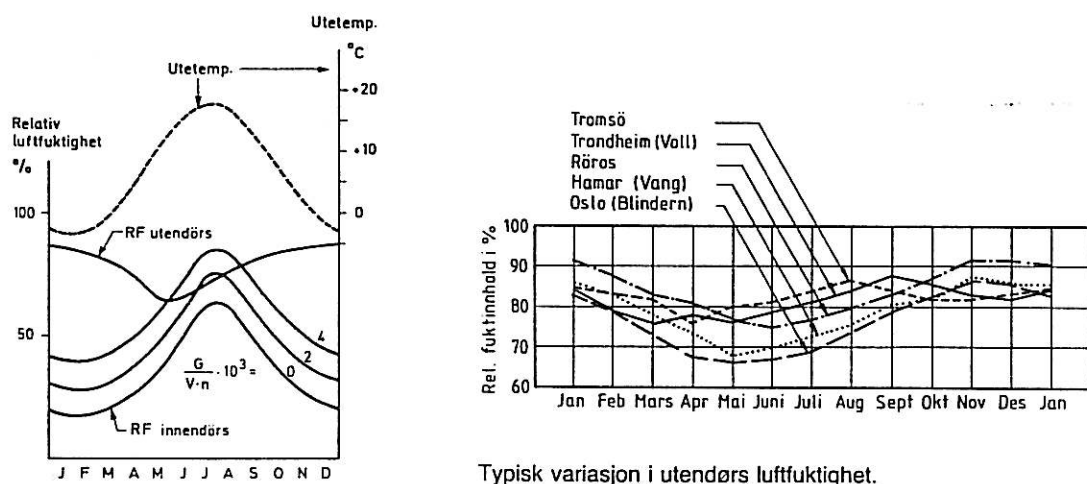


Fig. 2.2

Eksempel på middelerdi for temperatur og luftfuktighet utendørs og innendørs gjennom året. Verdien for innendørs luftfuktighet er beregnet ved forskjellige innendørs fukttilskudd ($V = 0, 2$ eller 4 g/m^3). V er husets volum i m^3 , n er luftskiftet i $\text{m}^3/\text{m}^3\text{h}$ og G er fuktproduksjonen i g/h .

2.3 Likevektsfukt og relativ luftfuktighet

Hygroskopiske materialer kan ta opp mye fuktighet direkte fra luften. Trevirke kan for eksempel ta opp ca. 27 - 30 vektprosent (fibermetningspunktet), noe som tilsvarer nærmere 150 kg vann pr. m^3 . Det vil alltid være en viss balanse mellom fuktinnholdet i et materiale og fuktinnholdet i den omgivende luften. For et materiale som lagres i omgivelser med konstant temperatur og relativ fuktighet, oppstår det etter hvert en likevekt hvor materialets fuktinnhold kalles *likevektsfukten*. Eksempler på fuktlikevektskurver, som også benevnes sorpsjonskurver, er vist i fig. 2.3. Sorpsjonskurven for et materiale blir noe forskjellig, alt etter om materialet når likevekten gjennom oppfukting eller uttørking. Ved oppfukting kalles kurven adsorpsjonskurve, ved uttørking desorpsjonskurve.

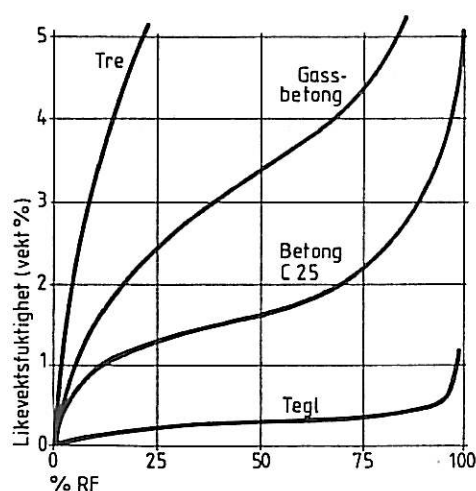


Fig. 2.3

Eksempel på sorpsjonskurver ved oppfukting for fire materialer

To materialer som er i kontakt, vil etter hvert få samme relative luftfuktighet (% RF) i porene, selv om fukttinnholdet i vektprosent kan være forskjellig.

2.4 Dampdiffusjon og konveksjon

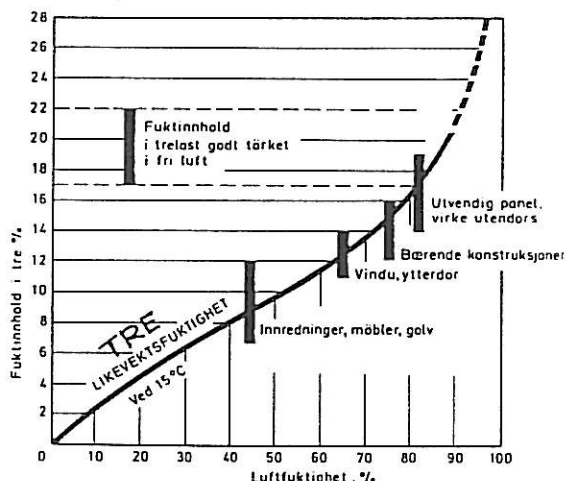
Fukttransporten inne i et materiale og i en konstruksjon kan foregå både i dampfase og i væskefase (kapillærtransport). I forbindelse med beregninger av risiko for kondens i eller på bygningsdeler er det først og fremst transporten i dampfasen som har interesse. Denne transporten kan foregå på to måter; konveksjon og diffusjon:

- *Fuktkonveksjon*, som innebærer at vanndamp transporteres med luftstrømmer. Konveksjonen av fukt gjennom en konstruksjon er avhengig av lufttettheten og trykkforskjellen over konstruksjonen.

De fleste kondensskader i bygningsdeler skyldes fukttransport ved luftstrømning gjennom luftspærresjiktene. Spesielt kritiske punkter er dårlig klemte avslutninger mot dragere og tilstøtende vegger og søyler, mot vinduer, rundt lysarmaturer og rørgjennomføringer, skjøter i folien som ikke er skikkelig klemte, samt rifter som er oppstått under monteringen.

- *Diffusjon*, som innebærer at vannmolekyler beveger seg gjennom materialet i retning mot avtakende damptrykk. Det vil si at det er det absolute fukttinnholdet i luften eller damptrykket som avgjør hvilken vei diffusjonen går, og ikke forskjeller i relativ luftfuktighet.

Ved høyere vanndamptrykk inne enn ute, vil vanndamp vandre utover i materialene. Vanndampen møter liten motstand i materialer med høy vanndamppermeabilitet (f.eks. mineralull og treullcementplater), mens den i materialer med lav vanndamppermeabilitet, (f.eks. plastfolie og tykk betong) møter større motstand. Blir vanndampen i sin vandring utover oppholdt av sjikt med lave vanndampgjennomgangstall, må disse ha høyere temperaturer enn duggpunktet for at det ikke skal oppstå kondens.



De vanligste uttrykkene er:

Vanndamppermeabilitet (δ_p), i det følgende kalt permeabilitet, er vanndamptransport gjennom et materiale $\text{kg}/(\text{msPa})$ (egentlig $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot (\text{Pa}/\text{m}))$).

Vanndamppermeans (K_p) er vanndamptransport gjennom et materiale (sjikt) med gitt tykkelse ($\text{kg}/(\text{m}^2\text{sPa})$). Permeansen, beregnet ut fra materialets permeabilitet og aktuell lagtykkelse (d_g uttrykt i m) er $K_p = \delta_p / d$.

- *Vanndampmotstand* (Z_p) er et mål på damptettheten til et materiale (sjikt) med gitt tykkelse ($\text{m}^2\text{sPa}/\text{kg}$). Motstanden, beregnet ut fra materialets permeabilitet og aktuell lagtykkelse (d , uttrykt i m), er $Z_p = d / \delta_p$ (ev. $Z_p = 1 / K_p$).

Eksempel: Permeabiliteten for sponplate er $3,8 \times 10^{-12} \text{ kg}/(\text{msPa})$.

Vanndampmotstanden for 12 mm sponplate er

$$Z_p = 0,012 / 3,8 \cdot 10^{-12} = 3,2 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa}/\text{kg}.$$

- *Duggpunktet* er bestemt av luftens vanndampinnhold og er definert som den temperaturen der det tilhørende metningstrykket er lik dampens partialtrykk.

Se Byggdetaljblader, 421.132 som viser hvordan fukttransport ved konveksjon eller diffusjon kan beregnes.

Tabell 2.41 viser permeabilitet for en del materialer, og tabell 2.42 viser vanndampmotstand for en del tynne materialsjikt. Se Byggdetaljblader 573.430 som gir mer data om bygningsmaterialers dampgjennomgang og dampgjennomgangsmotstand.

Tabell 2.41

Permeabilitet for en del materialer angitt i to forskjellige enheter:

Materiale	Permeabilitet i $10^{-6} \cdot \text{g}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$	Permeabilitet i $10^{-12} \cdot \text{kg}/\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$
Stillestående luft	668	185
Betong C30	8 - 40	2 - 12
Gassbetong 500 kg/m^3	75 - 90	20 - 25
Lettklinkerbetong	150 - 550	40 - 150
Tre, furu normalt fiberretningen	35 - 90	10 - 25
Sponplate	2 - 25	0,5 - 7
Mineralull 15 kg/m^3	600	170
Mineralull 200 kg/m^3	215	60
Ekspandert polystyren (EPS)	25-35	7 - 10
Ekstrudert polystyren (XPS)	3,5 - 9	1 - 2,5

Tabell 2.42

Vanndampmotstand for en del materialsjikt

Materiale	Tykkelse	Motstand i $\text{m}^2\text{hPa/g}$	Motstand i $10^9 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/kg}$
Gipsplate	13 mm	140	0,5
Asfaltimpregnert porøs trefiberplate	13 mm	830	3
Hard trefiberplate	3,2 mm	550	2
Vindsperre, Krav i NS 3047		< 2700	< 10
Dampsperre, Krav i NS 3047		> 13000	> 50
PVC-folie (mykgjort)	1,2 mm	$2,1 \cdot 10^4$	75
Polyetenfolie	0,2 mm	$12,5 \cdot 10^4$	450
Bitumen	1 mm	$14 \cdot 10^4$	500

3. INNVENDIGE KLIMABELASTNINGER

3.1 Innvendig luftfuktighet

Luftfuktigheten i bygninger varierer mye med årstiden og med bygningens bruk og ventilasjon. Når man skal vurdere en takkonstruksjons fukttekniske forhold, er det derfor viktig å kjenne til fuktforholdene i rommene under taket.

Jo større fuktinnhold romluften har, dess større fuktmengder kan bli transportert opp i taket og jo større er risikoen for kondens i takkonstruksjonen. Det gjelder både ved diffusjon og når fukttransporten skjer ved luftstrømning.

Fuktmålinger i den aktuelle bygning kan fortelle hvor stor den innvendige luftfuktigheten er. En bygning med utilstrekkelig ventilasjon kan ha et meget fuktig inneklima.

Fuktproduksjon

Fuktproduksjonen kommer fra avdunsting og avånding fra mennesker og dyr, fra oppvask, vasking og tørking av klær, bad og dusj, rengjøring, matlaging og plantevekster. F.eks. vil innendørs svømmebasseng og akvarier øke produksjonen av fukt. I blant forekommer også befuktning av innendørsluften.

Fuktproduksjonen varierer selvfølgelig i tid og rom, men den utjevnes på grunn av fuktkonveksjon, transport av luften, mellom rom og gjennom den høye fuktkapasiteten hos innredning og bygningsmaterialer.

I henhold til undersøkelse redegjort for i ref /8/ har småhus en fuktproduksjon på gjennomsnittlig $9,8 \pm 0,5$ kg/døgn og en leilighet i blokk produserer $5,8 \pm 0,4$ kg/døgn.

Fukttilskudd

Fukttilskuddet er forskjellen (positivt forskjell = økning) mellom dampinnholdet i inneluften og dampinnholdet i uteluften.

Dampinnholdet i inneluft er avhengig av dampinnholdet i uteluften, fuktproduksjonen i inneluften og ventilasjonsmengden.

$$v_i = v_u + v_{FT} \quad v_{FT} = \frac{G}{Q}$$

der v_i = dampinnholdet i inneluften kg/m^3
 v_u = dampinnholdet i uteluften kg/m^3
 v_{FT} = fuktilskuddet kg/m^3
 G = fuktproduksjon kg/døgn
 og Q = ventilasjonsmengde $\text{m}^3/\text{døgn}$

Tilskuddet for småhus er 2 - 5 g/m^3 med middelerdi på $3,6 \pm 0,1 \text{ g/m}^3$. For leiligheter i boligblokker er tilskuddet noe lavere: 1,5 - 4 g/m^3 med en middelerdi på $2,9 \pm 0,1 \text{ g/m}^3$ (ref. /8/). Det har ikke lyktes oss å framskaffe tilsvarende data for andre bygningstyper.

3.2 Innvendig lufttrykk

Når det er forskjell i lufttrykket ute og inne, strømmer luft gjennom ventiler og andre åpninger og utettheter i bygningskonstruksjonen som f.eks i fuger ved ytterdører og vinduer, i hjørner og bjelkelagstilslutninger og til en viss grad direkte gjennom enkelte materialer, som for eksempel upusset lettbetong.

Lufttrykkforskjellene skapes dels av vind, dels av ventilasjonsanlegg og dels av temperaturdifferanser, se fig. 3.2. hentet fra Trehusboka (ref. /2/). Vinden skaper et utvendig undertrykk på lénsiden og et utvendig overtrykk på losiden (vindsiden) av huset. Størrelse og plassering av byggets utettheter, avgjør om det resulterer i innvendig over- eller undertrykk. NS3479 kap. 4.2.5 sier mer om dette. Store deler av flate tak kan få innvendig overtrykk så å si uavhengig av vindretningen på grunn av termisk oppdrift inne i bygningen. Viftene i mekaniske ventilasjonsanlegg skaper også trykkforskjeller mellom ute- og inneluft. Trykkforskjellene skapt av ventilasjonsanlegget kan variere med mer enn 10 Pa, avhengig av om det er overtrykksventilasjon, balansert ventilasjon eller undertrykksventilasjon.

Med en gang det blir varmere inne enn ute, starter en oppdrift av luften innendørs (skorsteinseffekt). Fenomenet skyldes at varm luft er lettere enn kald luft. Dermed oppstår det et innvendig overtrykk i de høyereliggende delene av huset, mens det blir undertrykk i de lavere delene. Kald uteluft suges inn nederst og varm inneluft presses ut øverst.

I byggets nøytralsone er trykkforskjellen på grunn av temperaturforskjeller lik null. Utettheter i dette nivået har ikke så stor betydning for luftgjennomgangen. Fordelingen av utettheter i huset avgjør hvor nøytralsonen befinner seg. Hvis alle utetthetene finnes i nedre del, vil det bli overtrykk i hele huset. Omvendt blir det undertrykk hvis alle utetthetene er samlet i himlingen.

Maksimalt overtrykk på grunn av skorsteinseffekten varierer med temperaturforhold, volum, fordeling av utettheter og bygningens høyde. Som en tommelfingerregel kan man si at overtrykket på grunn av termisk oppdrift er omkring 1 Pa pr. m høyde i middels kalde strøk av landet.¹⁾ Det vil si at med en 7 m høy bygning og nøytralzone 2 m over golv, kan man gå ut fra at maksimalt overtrykk i øvre deler av bygget blir 5 Pa. Da er det regnet med en uheldig fordeling av utetthetene. I fleretasjes bygninger vil nøytralsonen oftest ligge ca. midt i byggets høyde, spesielt når det er åpne forbindelser mellom etasjene.

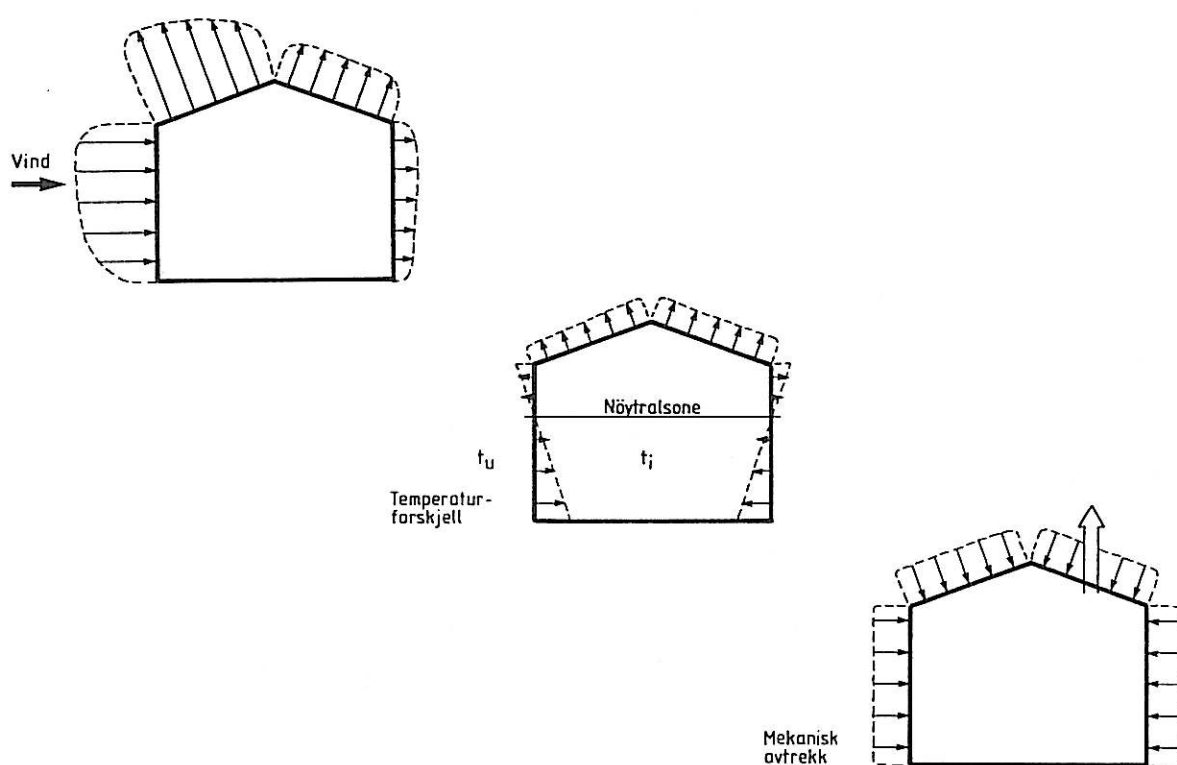


Fig.3.2

Trykkforskjeller over yttervegger og tak på grunn av vind, termisk oppdrift og mekanisk avtrekk. Plasseringen av nøytralsonen i trykkbildet for den termiske oppdriften er basert på en noenlunde jevn fordeling av utettheter. De tre kreftene gir et resulterende trykkbilde der nøytralsonens plassering kan avvike mye fra tilstanden som forekommer ved termisk oppdrift alene.

- 1) Forenklet beregningsformel er: $\Delta p \approx 0,43 \cdot (t_i - t_u) \cdot \Delta h$
 der Δh er høyde fra nøytralsonen opp til taket, t_i = innetemperatur og t_u = utetemperatur

4. TAKKONSTRUKSJONER

Utførelse og valg av takkonstruksjon skal gjøres med hensyn til følgende fire generelle hovedpunkter:

- Bygningsdeler og konstruksjoner skal være utført slik at fukt ikke kan trenge inn eller gjennom og gi fuktskader og ulemper, eller mugg- / soppvekst eller andre hygieniske problemer.
- Ytterkonstruksjoner skal utformes slik at vann som kommer utenfra blir ledet bort.
- Alle konstruksjoner som inneholder materialer som kan skades av fukt, skal være utført slik at eventuelt innebygd fukt skal kunne tørke ut.
- Materialer og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging/forsegling at det ikke oppstår fuktproblemer med vekst av mikroorganismer, nedbryting av organiske materialer og økt avgassing.

For at en takkonstruksjon skal kunne tilfredsstille det første av disse hovedpunktene, kreves både en viss lufttetthet og dampmotstand.

Lufttetthet

Det er alltid behov for lufttetthet i isolerte tak

- mot gjennomstrømning utenfra og inn
- mot gjennomstrømning innenfra og ut
- mot vindinntrengning i isolasjonssjiktet

Det er nødvendig for å hindre:

- unødvendig ventilasjonsvarmetap
- unødvendig transmisjonsvarmetap
- skadelig oppfukting på grunn av:
 - kondens innenfra
 - regn- og snøinndrev utenfra

Lufttettingen må være kontinuerlig med tette skjøter og avslutninger mot tilsvarende lufttetting i tilstøtende vegger.

Tilstrekkelig lufttetthet kan oppnås ved hjelp av:

- bærekonstruksjon f.eks. plaststøpt betong
- utvendig taktekking med tette detaljer
- innvendig tettesjikt f.eks. i form av lufttett dampsperre

Vanndampmotstand

Det er vanligvis behov for en viss dampmotstand på varm side av isolasjonen. Det er nødvendig for å hindre oppfukting ved diffusjon fra varm side. I takkonstruksjoner av råtefarlige materialer er det vanligvis behov for en viss *dampåpenhet* på kald side av isolasjonen. Det er nødvendig for at eventuell fukt skal kunne transporteres ut til den kalde siden.

4.1 Kompakte tak

Kompakte tak er tak der de forskjellige materialsjiktene ligger direkte på hverandre uten noen form for luftespalte eller luftede sjikt.

I slike tak vil taktekningen kunne fungere som en del av lufttettingen, men de vanlige utførelser gir utettheter f.eks. ved parapet/raft slik at dampspærren også her blir det tettesjiktet som man må stole på med hensyn til lufttetthet.

Kompakte tak vil ha to mer eller mindre damptette sjikt, dampspærren og taktekningen. Bruk av trebaserte materialer mellom disse må unngås fordi eventuelt innestengt fukt kan forårsake råte. Varierende atmosfæretrykk og varierende temperaturer i taket, kan imidlertid gi en viss uttørking (pumpeeffekt) hvis innvendig sperresjikt er tettere enn utvendig sperresjikt.

Kompakte tak blir å oppfatte som varme tak med sannsynlig snøsmelting til følge. Hovedregelen er at kompakte tak derfor må utføres med innvendige nedløp fordi smeltet snø renner ut på kalde soner av taket (takutstikk) hvor det fryser til is og skaper problemer.

4.2 Luftede tak

Med luftede takkonstruksjoner forstås tak der det over varmeisolasjonen og under taktekkingen finnes et hulrom som skal kunne gjennomstrømmes av uteluft. Denne uteluften skal kunne lufte ut eventuell fuktighet i takkonstruksjonen uten å forringe takets isolerende evne. Samtidig skal utluften gi lav temperatur på tekkingen slik at snø ikke smelter.

Gode uttørkingsforhold er en viktig egenskap hos luftede takkonstruksjoner.

4.3 Byggfukt

Bygningsmaterialer som f.eks. betong og tre har i et nytt bygg et overskudd av fukt (såkalt byggfukt) som må tørke ut før materialene får likevektsfukttinnhold i henhold til luftfuktigheten i bygningen. Uttørkingen er en prosess som kan ta lang tid og som kan forårsake mange praktiske problemer. Det er viktig å ha kontroll med slik fuktighet i forhold til materialvalget i konstruksjonen og dens uttørkingsmulighet. Innbygging av byggfukt i kompakte takkonstruksjoner med trebaserte materialer må unngås.

Kompakte tak med tung mineralull på betongdekke og med tekning av asfalt takbelegg eller folie, inneholder ingen organiske materialer som kan skades av fukt. Betongen vil imidlertid inneholde svært mye fuktighet som etter hvert kan bevege seg opp i isolasjonen og nedsette (reduere) varmeisolasjonsevnen. Denne løsningen kan enkelt fuktsikres ved å legge et damptett sjikt (plastfolie) på betongdekket før isolering og tekning monteres. Fuktigheten hindres da i å fordampe (diffundere) oppover i konstruksjonen og kondensere, men kan senere (over lang tid) ha mulighet til å tørke ut nedover. Dette er en løsning vi vet fungerer.

4.4 Skader

Byggforsk har i sitt skadearkiv et rikholdig utvalg av rapporter om fuktskader. Fukt enten som lekkasje fra utsiden eller som kondens fra innsiden, er den dominerende skadeårsak. Bruk av råtefarlige materialer som tre og trebaserte materialer i fuktutsatte konstruksjoner, kan gi betydelige skader i løpet av få år. Råteutviklingen kan bli akselererende fordi forråtningsprosessen frigjør vann.

Andre hyppige skader som følge av lekkasje eller kondens, er mugg (lukt), neddrypp, korrosjon og økt varmetap.

Dampspærren og utførelsen av den er viktig for fuktsikringen av bygget. Nesten like viktig som at et tak har god regntetthet er det at det har uttørkingsmulighet.

Innvendige trykkforhold i bygningen (drift av ventilasjonsanlegget) er også en meget viktig parameter når det er snakk om å unngå byggskader.

4.5 Råte og mugg

Den viktigste faktoren for soppvekst er mengden tilgjengelig vann. De enkelte organismene har bestemte grenser for hvor tørt respektivt fuktig det kan være ved vekst. Blir det for tørt stanser veksten opp, og etterhvert vil organismen dø. Enkelte arter dør så snart de tørker ut, mens andre overlever uttørring i flere år. Hvis fuktigheten blir for stor, hemmes veksten og enkelte sopper kan i prinsippet drukne hvis det blir altfor vått.

For at soppsporer skal kunne spire på eller i trevirke, kreves i de fleste tilfeller temperaturer over 10 °C og fritt vann. Hvis trevirket først er infisert, trengs temperaturer over +5 °C og trefuktighet helst over 20% (likevektsfuktighet ved RF = 85%) for videre vekst.

Mugg kan forekomme på samme måte på overflater som utsettes for fuktighet over noe tid tilsvarende RF 75% for trebaserte materialer og 85% for mineralull.

Råtesopper er spesialisert til å bryte ned cellulose og/eller lignin. De må derfor ha treverk eller produkter som har innhold av slike stoffer (f.eks. papir) for å leve. Muggsopp som forekommer i bygninger har imidlertid stor evne til å finne næring i mange forskjellige materialer, f.eks. gummi, lakk, maling, næringsmidler, papir, plast og treverk.

De fleste soppene har en vekstkurve som starter ved ca. 5 °C med et optimum ved 20 - 25 °C og med en dødlig grense ved 35 - 40 °C. I forbindelse med kjølige voksesteder finnes det spesialiserte arter som vokser godt ved 5 - 15 °C. Tilsvarende finnes det sopp som er tilpasset høye temperaturer. Disse artene kan overleve temperaturer opp til 60 - 70 °C. Mugg vokser godt i temperaturintervallet 15 - 55 °C.

En avgjørende faktor for hvor raskt en sopp kan vokse, er hvor lenge det er gunstige vekstforhold. Ved langvarige perioder med ideelle forhold, vil et angrep kunne bli svært omfattende.

Problemene med råte i bygninger er av estetisk, helsemessig og nedbrytningsmessig art. Problemene med mugg i bygninger er av estetisk, helsemessig og luktmessig art.

Les mer om dette i "Biologiske skadegjørere i bygninger" utgitt av Mycoteam i 1991 (ref. /7/), hvorfra mesteparten av ovennevnte er hentet.

5. DAMSPERRER

5.1 Funksjon

Dampsperra har flere funksjoner. Den skal hindre at fukt trenger innenfra og ut i vegger og tak ved diffusjon og luftlekkasjer, fukt som senere kan gi fuktskader. Den skal også hindre at det oppstår sjenerende trekk og varmetap på grunn av luftlekkasjer.

Luftlekkasjer oppstår gjennom utettheter i dampsperra når det er trykkforskjell mellom ute og inne. Størst trykkforskjell har en ved sterk vind, men også temperaturforskjeller og ventilasjonsvifter kan forårsake betydelige luftlekkasjer. I utette hus medfører luftlekkasjer økt varmetap ved at en får unødvendig stor ventilasjon, spesielt i den kalde årstiden.

For at dampsperra skal fungere også som et lufttettende sjikt, må den utføres med tette skjøter og avslutninger mot gjennomføringer, og med tette tilslutninger mot dampsperrsjiktet i veggene.

5.2 Krav til dampsperrer

Produktnorm 8000 "Plastfolier til dampsperre i bygg" fra Norsk Plastforening, se /3/, inneholder krav og prøvingsmetoder for dampsperrer av polyetenfolie. Disse omfatter tykkelse, strekkfasthet, bruddforlengelse, rivestyrke, slagfasthet, aldringsbestandighet, samt krav til råvarekvalitet. Spesielt er aldringsbestandighet viktig, da det tidligere har vist seg at enkelte folietyper har smuldret opp som følge av varmealdring, for eksempel bak elektriske ovner. Det anbefales å bruke folie basert på plast med tilsetninger som øker motstanden mot nedbryting av ultraviolett stråling og varme, og som er alkaliebestandig spesielt der folien legges i kontakt med betong. Mykhet, seighet og styrke er viktige egenskaper for å få til en god montasje.

Produktnorm 8000 gjelder bare for plastfolier av råvare polyeten, men den bør være retningsgivende også der dampsperrer av andre materialer velges.

Vanndampmotstanden for dampsperrer bør ikke være lavere enn $50 \cdot 10^9 \text{ m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/kg}$.

Både dampmotstanden på varm side av konstruksjonen og forholdet mellom dampmotstand på varm og kald side, må vurderes når man planlegger en konstruksjon som inneholder råtefarlige materialer. Samlet dampmotstand på varm side av varmeisolasjonen skal da være minst fem ganger større og helst ti ganger større enn samlet dampmotstand på kald side.

Vanndampmotstanden for noen dampsperrertyper er gitt i tabell 5.2.

I kompakte tak uten råtefarlige materialer på bygg med mindre innvendig fuktbelastning, kan taket konstrueres på vanlig måte med dampsperre av PE-folie eventuelt med dampsperre som muliggjør uttørring innover sommerstid.

I kompakte tak på bygg med høy innvendig fuktbelastning må skikkelig dampsperre/takfuktsperre benyttes. For å gi takkonstruksjonen uttørkingsmulighet bør luftede tak vurderes i slike tilfeller.

Tak på fryselagre, eventuelt over fryserom, der innvendig temperatur hele året er lavere enn utetemperaturen, må ha størst mulig damptetthet på tekningen. På grunn av de konstante forhold vil damptrykkets gradient alltid gå utenfra og inn og aldri gi mulighet for uttørking. Innvendig dampsperre er ikke nødvendig i slike tilfeller, men gjerne et sjikt for å sikre lufttetthet.

Tabell 5.2

Vanndampmotstanden for noen dampsperretyper

Type	Tykkelse	Vanndampmotstand ved 35 - 75 % RF ($\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa/kg}$)
Polyetenfolie	0,15 mm	$360 \cdot 10^9$
Polyetenfolie	0,20 mm	$450 \cdot 10^9$
Aluminiumsfolie m/kraftpapir		$240 \cdot 10^9$
PVC-folier, (mykgjort)	1,0 mm	$70 \cdot 10^9$
Butylfolier	0,5 mm	$900 \cdot 10^9$
Asfalt takbelegg med stamme av polyesterfilt	2 mm	$700 \cdot 10^9$

Lufttetthet

I Byggeforskriften, kap. 53, er det stilt krav til samlet lufttetthet for ferdige bygninger. Samlet lekkasje gjennom flater og sammenføyninger (gjennomblåsing), skal være mindre enn en viss verdi. Det er ikke gitt egne tetthetskrav til de enkelte bygningsdeler eller materialsjikt. I bindingsverkskonstruksjoner er det vanligvis først og fremst dampsperran som sikrer nødvendig lufttetthet. For å klare alle aktuelle tetthetskrav, bør luftgjennomgangen for dampsperr materialet ikke være større enn $0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$.

Tilstrekkelig lufttetthet i konstruksjonen kan i tillegg oppnås ved hjelp av:

- tett bærekonstruksjon, f.eks. plasstøpt betong
- utvendig taktekking med tette detaljer og avslutninger mot vindsperre i vegg (kompakte tak)
- at vindsperra utføres med tette skjøter og avslutninger mot vindsperra i vegg (luftede tak)
- innvendig tettesjikt f.eks. i form av lufttett dampsperre

I praksis er det *skjøtene og gjennomføringene* som er avgjørende for lufttettheten. Dampsperrer bør derfor kunne leveres i store bredder slik at de kan monteres med et minimum av skjøter.

5.3 Dampsperretyper

Polyetenfolie er i dag nærmest enerådende som materiale til dampsperre, kfr. Produktnorm 8000 "Plastfolier til dampsperre i bygg", utgitt av Norsk Plastforening. Den produseres i tykkelser opp til 0,20 mm og i flere forskjellige bredder og lengder. Det anbefales å bruke minimum 0,15 mm tykk folie fordi denne ikke skades så lett ved montering som tynnere typer. De store formatene kan monteres med et minimum av skjøter, noe som er en klar fordel for å oppnå god lufttetting.

Andre typer

I kompakte tak kan det være aktuelt med dampsperre av andre materialer. De mest aktuelle er asfalt takbelegg med stamme av glass- eller polyesterfilt, takfolier av polyeten (PE), polyvinylklorid (PVC) eller butyl. Se byggdetaljblad A544.204.

Dampsperrer med høy mekanisk styrke og sveiste skjøter, kalles ofte takfuktsperrer.

Hygrodioden

Hygrodioden er en type dampsperre som er utviklet for å gi konstruksjonen et større uttørkingspotensiale enn når vanlige dampsperrer brukes. Hygrodiოდens funksjonsprinsipp er vist i fig. 5.3. og er basert på at taket varmes opp av solbestråling slik at eventuelt fukt drives ned og kondenserer på hygrodioden som leder fukten ut kapilært slik at den avdunstes til rommet under. Løsningen gir ikke like god lufttetthet som bruk av takfuktsperre med sveiste skjøter og bør derfor vurderes nøye før bruk i bygg med høyt innvendig lufttrykk eller høy innvendig RF. Imidlertid viser den så gode uttørkingsegenskaper at dette kan være et godt alternativ i en del andre tilfeller hvor taket får tilstrekkelig soloppvarming (kfr. tabell 6.2).

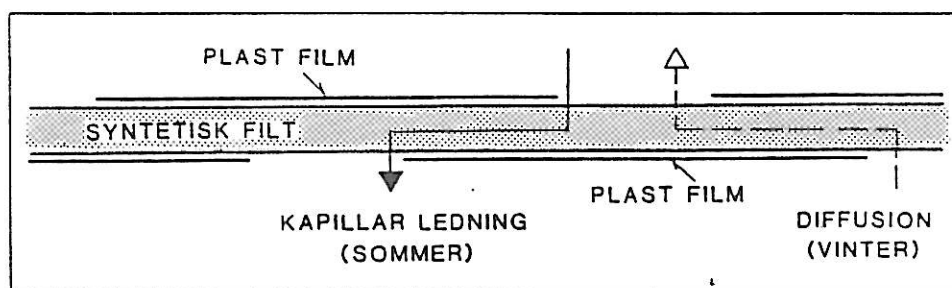


Fig. 5.3 Hygrodiოდens funksjonsprinsipp

5.4 Dampsperre punktert av mekaniske festemidler for taktekking

I 1992 ble det i NBIs laboratorier gjort en undersøkelse av luftgjennomgang (luftpermeans) i dampsperrer, omleggsskjøter i dampsperrer og gjennom dampsperrer punktert av mekaniske festemidler. Se ref./5/. De viktigste resultatene er gjengitt nedenfor.

Målingene viser at forholdet mellom bordiameter og festemiddelets stammediameter er viktig. De minste lekkasjene ble målt med selvborende skrue og med festemidler for betong hvor festemidlets stammediameter er større enn diameteren på boret.

Luftgjennomgang forårsaket av "feilmontasjer" er betydelig større enn lekkasjene forårsaket av normalt monterte festemidler. Ut fra dette antas at små variasjoner i montasjeutførelse (f.eks. bor eller skrue som sklir) kan gi store luftlekkasjer. For å oppnå lufttette dampsperrersjikt, er det derfor viktig å bruke løsninger som hindrer at bor eller skruer kan skli på underlaget.

Feilmonterte festemidler må ikke fjernes.

Byggdetaljblad A 573.121 "Tettematerialer. Materialer til luft og dampetting" anbefaler at luftgjennomgangen i dampsperr materialet ikke er større enn $0,002 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$. Dette kan omregnes til $100 \text{ l}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ ved 50 Pa trykkforskjell. Av måleresultatene fra forsøkene ser en at dampsperran ikke tåler mange "feilmontasjer" eller løse omleggsskjøter før denne grensen overstiges.

For bygningskategorier med spesielt stor innvendig klimabelastning som svømmehaller, fuktig industri av typen vaskerier, trelasttørker og liknende, fraråder Byggforsk mekanisk innfesting av taktekninger på grunn av de usikkerheter som tross alt finnes. Selv om dampspærren utføres skikkelig med blant annet legging på plant underlag, så er det små feilmarginer som skal til før man kan få betydelige fuktproblemer.

Figur 8.4 i kap. 8 viser en konstruksjonsløsning som kan benyttes i slike tilfeller, helst utført med luftet tekning. I tillegg kan singelbelastede tekninger også vurderes.

5.5 Skjøting av dampsperrer

For å oppnå et lufttett sjikt er det viktig å utføre all skjøting nøye. Dette kan utføres på flere måter som antydnet under. Helt lufttette sjikt oppnås bare med sveisede skjøter der dampspærren legges ut på store rene flater, dvs. på tak uten vanskelige framspring, oppbygg, sprang og gjennomføringer.

Omleggsskjøt

Under visse omstendigheter kan en omleggsskjøt med et omlegg på 200 mm godtas i tak. Forsøk har vist en relativt høy luftgjennomgang i omleggsskjøter og at det ikke er noen entydig sammenheng mellom omleggsbredde og luftgjennomgang. Omleggsskjøter uten klemming gir med andre ord en relativt tilfeldig lufttetting. Den bør derfor bare brukes for de innvendige klimaklasser den er anbefalt til, og da må den legges på et jevnt underlag og bør belastes med isolasjon slik at god klemming oppnås. Løsningen må ikke brukes i lokaler med overtrykk eller høy fuktbelastning.

Tape

Taping av skjøtene på en dampspærre kan bare anbefales som fullverdig løsning så fremt tapen bare benyttes til å holde de to banene sammen i omlegget. Tapen må ikke benyttes for å overføre hverken strekk eller skjærkrefter. Bestandigheten må kunne dokumenteres. Resultatene er i stor grad avhengig av forholdene på montasjestedet. Taping er i alle tilfelle et nyttig hjelpemiddel under montasjen.

Fugemasse, fugelister

Større sikkerhet for lufttetthet av en omleggsskjøt kan oppnås ved i tillegg å benytte fugemasse eller tetningslist.

Ved bruk av fugemasse er det viktig å undersøke om den hefter skikkelig til PE-folien og er utviklet for slik bruk.

I tillegg finnes det tettebånd av EPDM gummi og spesiallagde skjøteskinner som i enkelte tilfeller kan benyttes.

Sveising

Varmesveising av PE-folier er i dag en tungvint og derfor lite anvendt metode, men der det er benyttet, gir det en lufttett og bestandig skjøt.

6.0 KONTROLLBEREGNING AV UTTØRKINGSPOTENSIALET FOR FORSKJELLIGE TAKUTFØRELSER

Om en konstruksjon er fuktteknisk akseptabel; det kan kontrolleres på forskjellige måter som kan inndeles etter hvor nøyaktige de er:

- a) sammenlikne beregnet damptrykk og beregnet metningstrykk over konstruksjonen
- b) sammenlikne beregnet oppfukting og beregnet uttørkingsevne ved diffusjon (Glasermetoden)
- c) foreta en dynamisk analyse av fukttransporten gjennom konstruksjonen over ett eller flere år ved hjelp av dataprogrammer.

I dette kapittelet er det vist hvordan beregninger av typen c) kan benyttes til å vurdere uttørkingspotensialet forskjellige varianter av kompakte tak har. Til dette har Byggforsk benyttet beregningsprogrammet MATCH.

Typer dampsperre, taktekning, farge på taktekning, takfall og himmelretning er variert. Programmet MATCH foretar en en-dimensjonal beregning av endringer i fuktinnholdet i konstruksjonen på grunnlag av diffusjon.

Luftlekkasjer inngår ikke i beregningene. Det gjør at svarene ikke forteller faktisk fuktinnhold i virkelige konstruksjoner, men bare belyser fuktnivå og endring i fuktnivå, uttrykt i relativ luftfuktighet.

Ved starten av de fleste beregningene er de innbygde materialer gitt et fuktighetsnivå tilsvarende likevektsfuktigheten ved RF ~ 85%. I noen beregninger er materialene gitt en høyere startfuktighet. Se egen kolonne for dette i tabell 6.1 og 6.2.

Konstruksjonene er undersøkt for to sett av klimadata, vestlandsklima v/Bergen og østlandsklima v/Oslo. Klimafilene som er brukt representerer gjennomsnittsår. Innvendig klima er beskrevet med et fukttilskudd som varierer noe over året fra 2 g/m³ om sommeren, til 3 g/m³ høst og vinter.

Resultatet som er benyttet i sammenligningene og vurderingene, er resulterende relativ luftfuktighet i kryssfinérplata under taktekningen etter tre år. Kryssfinérplata er plassert der i disse beregningene for å ha et materiale med en viss fuktabsorberende egenskap å måle på.

Resultatene fra beregningene er vist i de to kolonnene til høyre i tabell 6.1 og 6.2 og viser resulterende RF midt i kryssfinérplata den 31/12 etter en tre års uttørkingperiode. Som en tommelfingerregel kan man si at det er fare for mugg og eventuelt råte i en konstruksjon hvis den ikke tørker ned til RF < 80% i løpet av ett år. Jo lenger uttørkingstid, jo større fare.

Tabell 6.1 viser de beregnede takvarianter alle på bærende underlag av 50 mm betong. Fig. 6.1 viser "Grunnkonstruksjonen".

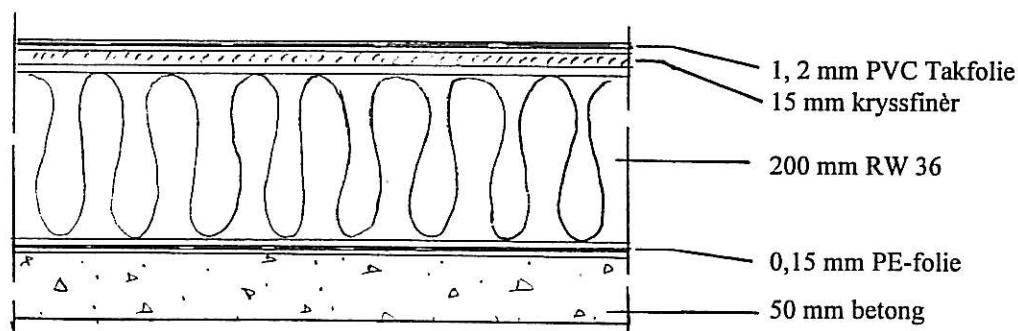


Fig. 6.1

Tabell 6.1

Variant	Damp-sperre	Taktekking	Tak-helning	RF i kryssfinérplate *)		
				Ved start	Etter tre år	
					Oslo	Bergen
1 Grunnkonstruksjon	0,15 PE	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	71,5	80
2 Annen dampsperre	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	72	82
3 Ingen dampsperre	Ingen	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	78	90
4 Som 2, men Lys tekking	0,8 PVC	1,2 mm Lys PVC	0 °	85	-	92
5 Som 2, men 20 °N, Lys tekking	0,8 PVC	1,2 mm Lys PVC	20 °N	85	77,5	92
6 Som 2, men 20 ° helning. Sørvendt	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	20 °S	85	67	78,5
7 Som 2, men 20 ° helning. Nordvendt	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	20 °N	85	78	-
8 Som 2, men Asfalttekking	0,8 PVC	4 mm Asfalt	0 °	85	80	87
9 Ingen dampsperre, Asfalt tekking	Ingen	4 mm Asfalt	0 °	85	80	92
10 Ingen dampsperre, 20 °N	Ingen	1,2 mm Mørk PVC	20 °N	85	83	96
11 Ingen dampsperre, 20 °S	Ingen	1,2 mm Mørk PVC	20 °S	85	74	85,5
12 Ingen dampsperre. Lys tekking	Ingen	1,2 mm Lys PVC	0 °	85	100	100
13 Høy RF i betong, ellers som 2	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	0 °	95	-	82,5
14 Høy RF i alle materialer, ellers som 2	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	0 °	98	88	94
15 Høy RF, 20 °V, ellers som 1	0,15 PE	1,2 mm Mørk PVC	20 °V	98	-	94 (77)
16 Høy RF, 20 °V, Asfalt	0,15 PE	4 mm Asfalt	20 °V	98	-	98 (93)
17 Høy RF, 20 °N, Asfalt	0,15 PE	4 mm Asfalt	20 °N	98	-	98,5 (95)
18 Høy RF, 20 °S, ellers som 1	0,15 PE	1,2 mm Mørk PVC	20 °S	98	87,5 (52)	-

*) Tall i parentes er etter 10 år

Tabell 6.2 viser beregnede takvarianter på underlag av bærende stålplater, se fig. 6.2, og med himling (uten kontinuerlig bæring), se fig. 6.3.

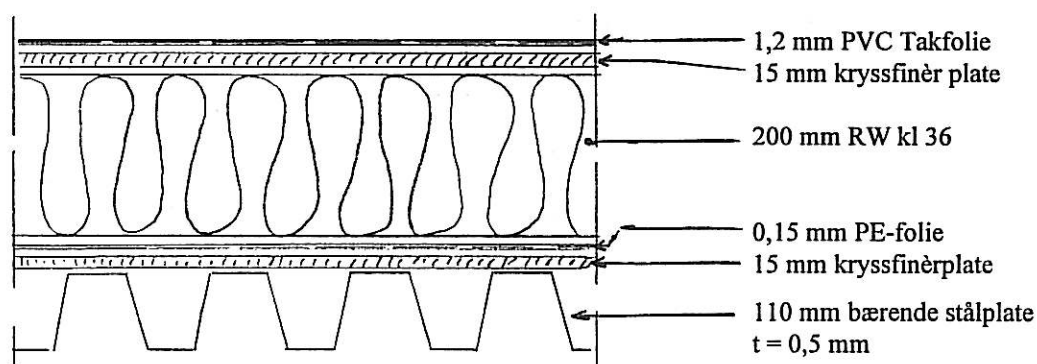


Fig. 6.2

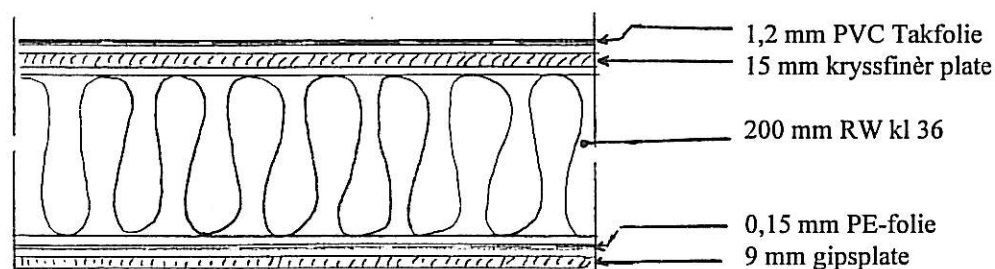


Fig. 6.3

Tabell 6.2

Variant	Bæring	Plate	Damp- sperre	Tekking	Hel- ning	RF i kryssfinérplata		
						Ved start	Etter tre år	
							Oslo	Bergen
20 Som fig. 6.2	0,5 mm Stål	15 kryssfinér	0,15 PE	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	78,5	84
21 Uten dampsperre	0,5 mm Stål	9 mm Gips	Ingen	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	-	84
22 Som fig. 6.3	Ingen	9 mm Gips	0,15 PE	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	70	78
23 Annen dampsperre	Ingen	9 mm Gips	0,8 PVC	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	67	79
24 Hygrodioden (HDM)	Ingen	9 mm Gips	1,0 HDM	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	56	67
25 Uten dampsperre	Ingen	9 mm Gips	Ingen	1,2 mm Mørk PVC	0 °	85	95	98

Av beregningene som er utført for kompakte tak og hvor hovedtrekkene er vist i tabell 6.1 og 6.2, kan vi trekke følgende konklusjoner:

- Å helt fjerne dampsperre i en konstruksjon uten tilstrekkelig egentetthet gir helt klare uønskede fuktansamlinger.
- Å fjerne dampspærren på en plasstøpt betongkonstruksjon tillater byggfukten fra betongen å vandre utover i konstruksjonen og gi oppfuktning der.
- Å fjerne dampspærren på en bærende stålplate endrer fuktbevegelsene og uttørkingsforløpet i taket i liten grad så lenge stålplaten har tette skjøter (den er da minst like tett som egen dampsperre). I praksis er det vanskelig å få til at de bærende stålplatene blir tette, spesielt ved overgang mot vegger, ved gjennomføringer og ved skjøter.
- Tette dampsperrer fungerer som en bremse på uttørking av innebygd byggfukt da uttørking innover i varmt sommerklima reduseres. Det er derfor viktig å ha kontroll med at innebygd byggfukt reduseres så mye som mulig.
- Forskjellen mellom dampsperre av 0,15 mm PE-folie og f.eks. 0,8 PVC er i de fleste tilfellene ikke vesentlig. PE-folien er imidlertid tettere enn PVC-folien.
- Dampsperre av Hygrodiolen kan øke uttørkingsevnen til konstruksjonen vesentlig både for vestlands- og østlandsklima. D.v.s. at både byggfukt og annen fukt som ved uhell eller diffusjon er trengt inn i konstruksjonen, vil kunne tørke ut igjen.
- Isolasjonstykkelsen påvirker uttørkingsforløpet i liten grad.
- Type mineralull (Rockwool eller Glava) påvirker uttørkingsforløpet i liten grad.
- Lys tekning gir mindre uttørking enn mørk.
- Sørvendte, hellende tak gir større uttørking enn flate eller nordvendte tak.
- Asfalt takbelegg er tettere enn takfolie og gir dermed mindre uttørking.
- Klimaet på Vestlandet gir mindre mulighet for uttørking enn klimaet på Østlandet.

Likevektsfuktighet ved innbygging av materialer i konstruksjonene kan i en del tilfeller være høyere enn $RF = 85\%$, spesielt betong som ved innbygging gjerne har et fuktighetsnivå tilsvarende likevektsfuktigheten ved $RF = 95 - 98\%$.

I østlandsklima viser konstruksjoner som f.eks. den som er vist i fig. 6.1 å ha uttørkingsmulighet, men uttørkingstiden vil i noen tilfeller være opptil 5 - 10 år før de er under faregrensen for mugg og råteskader. I vestlandsklima enda lenger. Med trebaserte materialer i en slik konstruksjon, er det dermed stor risiko for mugg- og råteskader lenge før den har tørket ut.

7.0 VALG AV DAMSPERRE PÅ GRUNNLAG AV SIKRE ERFARINGSBASERTE LØSNINGER

Valg av dampsperreløsning i en bygning må foretas ut fra en helhetsvurdering der følgende må inngå:

- Innvendig luftfuktighet og temperatur
- Innvendig trykk under taket
- Uteklima
- Type bæresystem, (plasztøpt betong, stålløsninger...)
- Eventuelt mekanisk innfesting av taktekningen

Luftede tak og kompakte tak er to alternative takutførelser. Utført riktig skal begge gi trygge konstruksjoner. Valg av og riktig utførelse av dampsperra er nesten enda viktigere i luftede tak enn i kompakte tak.

Det er fastslått en klar tendens til økt bruk av skrå isolerte tak tekket med takstein, shingel, metallplater eller asfalt takbelegg på rull. Konstruksjonene som velges er ofte sammensatte og kompliserte med f.eks. sprang i takflaten, overganger til tilstøtende bygningsdeler og flater av andre materialer som glasstak, overlys og takluker.

Luftede skrå tak inneholder i mange tilfeller trebaserte materialer. Det er derfor viktig med riktig utførelse av både innvendig og utvendig sperresjikt, at alle former for gjennomføringer og tilslutninger er planlagt med tanke på mulig utførelse i praksis, og at luftingen fungerer som forutsatt.

I kompakte tak forutsetter vi at det ikke benyttes råtefarlige materialer med mindre det er utført en grundig fuktteknisk vurdering.

Nedenfor er det vist en måte å finne samlet "risikoklasse" på grunnlag av ovennevnte helhetsvurdering. Man må først finne belastningspoeng fra hver av de fire typer belastningsforhold, for så å finne risikoklasse på grunnlag av sum av belastningspoeng. Nødvendig dampsperreløsning framkommer som et resultat av risikoklassen.

Metoden kan benyttes for såvel kompakte tak som for luftede tak:

- Finn belastningspoeng etter en skala fra 0 - 10 poeng for hver type belastning i henhold til tabell 7.2.
- Finn summen av belastningspoeng.
- Finn risikoklasse. Det er benyttet fem risikoklasser hvor R4 er den strengeste og R0 den mildeste.
- Velg type dampsperre og utførelse av dampsperran i henhold til tabell 7.3.

For de fleste tilfeller skulle skjemaet være selvforklarende, eventuelt med støtte fra beregningseksemplene. Å finne belastningspoeng for innvendig klima, kan gjøres på to måter:

- Anslå fuktinnhold i inneluften på grunnlag av forventet temperatur og RF i dimensjonerende vintersituasjon. Til hjelp der kan benyttes tabell 2.1 og figur 2.2. Spesielt innendørs RF kan være vanskelig å anslå og denne måten kan bli noe unøyaktig.
- Anslå fuktinnholdet i inneluften som en sum av uteluftens fuktinnhold og forventet fukttilskudd (kfr. kap. 3.1) for bygningstypen. Til hjelp kan tabell 7.1 benyttes. Den viser inneluftens fuktinnhold som funksjon av uteluftens fuktinnhold og fukttilskuddet. Denne tabellen bygger dels på undersøkelser (se /8/) og dels på antagelser.

Tabell 7.1 Inneluftens fuktinnhold som funksjon av uteluftens laveste månedsmiddeltemperatur og fukttilskuddet for bygningstypen. Laveste månedsmiddeltemperatur hentes fra tabell 7.4.

Laveste månedsmiddeltemperatur		0 °C	-5 °C	-10 °C
Fukttilskudd				
Ikke noe fukttilskudd	0 g/m ³	4,5	3,0	2,0
Kontorbygg m/tørt innemiljø	2 g/m ³	6,5	5,0	4,0
Skoler, butikker, sykehus, sykehjem, boliger m/tørt innemiljø	4 g/m ³	8,5	7,0	6,0
Forsamlingslokaler, boliger m/fuktig innemiljø	6 g/m ³	10,5	9,0	8,0
Dusj og garderobeanlegg og fuktig industri	9 g/m ³	13,5	12,0	11,0
Svømmehaller m/avfuktingsanlegg og fuktig industri	12 g/m ³	16,5	15,0	14,0
Svømmehaller u/avfuktingsanlegg og svært fuktig industri	≥ 13 g/m ³	> 15	>15	>15

Kommentarer:

- Byggforsk anbefaler alltid at dampsperre legges, selv i risikoklasse R0 (senere bruksendringer kan blant annet være en grunn).
- Dampsperre av PE-folie kan brukes i de fleste vanlige bygninger. Det benyttes tette skjøter og tilslutninger i risikoklasse R2, vanlige løse omlegg kan benyttes i R1.
- En del spesielle bygninger må ha ekstra god dampsperre, her kalt takfuktsperre. Det angir et sperresjikt med bedre mekanisk styrke og også muligheten for sveiste skjøter og tilslutninger.
Slik takfuktsperre bør brukes i:
 - trykkerier, vaskerier og annen fuktig industri
 - svømmehaller og garderobeavdeling i idrettshaller
 - i bygninger med overtrykksventilasjon
 - andre bygninger med spesielle fuktbelastninger

Tabell 7.2 DIMENSJONERINGSSKJEMA FOR VALG AV DAMSPERRELØSNING

P1 Innvendig klima	P2 Innvendig trykk	P3 Konstruksjon	P4 Utvendig klima	ΣP
Poengskala for forventet totalt fuktinnhold i innendørsluften.	Poengskala for forventet innvendig trykk under taket.	Poengskala for konstruksjonens egentetthet.	Poengskala for forventet utendørs temperaturforhold.	Sum belastningspoeng fra de fire belastningsforhold.
Vurderes i henhold til byggets bruk, innvendig temperatur og RF for dimensjonerende vintersituasjon.	På bakgrunn av byggets utforming og plassering av åpninger og uttheter, finnes nøytralaksen.	Plasstøpte betongkonstruksjoner vurderes som tette og gis 0-belastningspoeng under forutsetning at den er tørr.	Laveste utvendige månedsmiddeltemperatur for aktuelt byggested for dimensjonerende vintersituasjon.	Summen benyttes til å finne risikoklasse. Deretter finnes nødvendig dampspærreløsning.
Til hjelp benyttes tabell 2.1 og fig. 2.2.	Legg til 1 Pa derfra for hver meter opp til taket.	Fuktig betong gis samme belastningspoeng som tre-/stålkonstruksjon. Stålkonstruksjoner vurderes som åpne.	Kfr. Tabell 7.4 (ref. /10/)	
Eventuelt kan inneluftas vandampinnhold hentes direkte fra tabell 7.1.	Adder til evt. ventilasjonsbasert trykk og finn resulterende trykk rett under taket.	Mange gjennomføringer i taket: Velg ett poengtrinn høyere.		
Poengskala: 0 - 10 P	Poengskala: 0 - 10 P	Poengskala: 0 - 10 P	Poengskala: 0 - 10 P	Sum
Vandampinnhold Poeng	Innvendig trykk Poeng	Egentetthet i konstr. Poeng	Månedsmiddeltemp. Poeng	Poengskala: 0 - 40 P
< 4 g/m ³ 0	< 0 Pa 0	Plasstøpt betong, tørr 0	> 0 °C 0	
4 - 8 g/m ³ 2	0 - 2 Pa 2	Prefabrikkert betong, tørr 2	0 - -5 °C 2	
8 - 15 g/m ³ 5	2 - 5 Pa 5	Tre-/stål, fuktig betong 5	-5 - -10 °C 5	
> 15 g/m ³ 10	> 5 Pa 10	Tre-/stål+gj.føringer 10	< -10 °C 10	

Tabell 7.3 RISIKOKLASSE OG KRAV TIL DAMSPERRE

Risikoklasse	Sum belastningspoeng	Krav til dampspærre
R0	$\Sigma P \leq 5$	Ingen (NB! Framtidige bruksendringer og også andre hensyn gjør at dampspærre likevel anbefales)
R1	$5 < \Sigma P < 12$	0,2 mm PE-folie lagt med 200 mm løse omlegg
R2	$12 \leq \Sigma P < 22$	0,2 mm PE-folie lagt med 200 mm klemte omlegg og utført med tette tilslutninger (klemming, tapeing, fugemasse)
R3	$22 \leq \Sigma P < 32$	a) Takfuktsperre av asfalt takbelegg minimum av klasse U2 NS 3530 lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger. b) Takfuktsperre av 0,8 mm PVC-folie (evt. annen) lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger.
R4	$\Sigma P \geq 32$	a) Takfuktsperre av asfalt takbelegg minimum av klasse U2 NS 3530 lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger. b) Takfuktsperre av f.eks. 0,8 mm PVC-folie lagt med sveiste skjøter og tette tilslutninger med 0,15 mm PE-folie løst utlagt med 50 mm løse omlegg i tillegg. NB! For $\Sigma P \geq 32$ anbefales ikke mekanisk innfesting av selve taktekkningen.

Tabell 7.4 Laveste månedmiddelstemperatur oppgitt for januar og februar for en del målestasjoner

Stasjon	Januar	Februar
Røros	-11,2	-9,8
Tynset II	-12,8	-10,6
Alvdal	-11,2	-9,6
Drevsjø	-11,1	-10,2
Koppang-Øyset	-11,2	-9,0
Fokstua	-10,4	-10,1
Dombås	-9,0	-8,1
Vågåmo	-9,6	-8,5
Vinstra	-10,8	-9,3
Vollen i Slidre	-10,6	-9,1
Åsbjørnsbråten	-8,7	-7,8
Lillehammer II	-9,0	-7,7
Rena	-10,5	-9,2
Ytre Rendal	-8,6	-8,2
Trysil	-10,1	-8,6
Kise på Hedmark	-6,5	-6,8
Østre Toten	-7,0	-6,4
Hamar	-8,1	-7,4
Eggemoen	-7,8	-7,5
Gardermoen	-6,9	-6,3
Flisa	-8,4	-7,4
Vinger	-7,3	-6,4
Hvam	-6,8	-6,2
Skotterud	-6,8	-5,5
Tryvasshøgda	-5,6	-5,3
Oslo - Blinden	-4,7	-4,0
Fornebu	-4,6	-3,0
Asker	-5,2	-4,7
Buskerud	-7,7	-6,2
Modum	-6,9	-5,8
Nesbyen II	-10,9	-8,7
Geilo	-9,1	-8,6
Dagali	-8,2	-8,1
Lyngdal i Numedal	-7,1	-6,2
Svene	-8,3	-6,9
Kongsberg III	-6,7	-5,4
Horten	-3,2	-2,9
Stokke	-4,2	-4,0
Ås	-5,2	-4,6
Eidsberg	-4,8	-4,3
Rygge	-4,7	-4,2
Råde-Tomb	-4,1	-3,7
Kalnes	-4,1	-3,6
Råde	-4,1	-3,7
Brekke Sluse	-4,5	-4,1
Gvarv	-6,5	-5,4
Dalen i Telemark	-5,0	-4,6
Vefall i Drangedal	-5,4	-4,3

Stasjon	Januar	Februar
Lyngør	-1,0	-1,1
Tveitsund	-3,9	-4,2
Grimstad	-0,9	-1,0
Byglandsfjord II	-3,3	-3,7
Kristiansand S	-1,3	-1,1
Kjevik	-1,9	-1,7
Oksøy	0,2	-0,3
Mandal II	-0,8	-1,1
Konsmo	-2,1	-2,6
Lista Fyr	0,8	0,3
Tonstad	-2,1	-2,0
Klepp	0,5	0,2
Sola	0,7	0,4
Stavanger	1,0	0,8
Sauda	-2,4	-2,0
Skudesnes II	1,8	1,3
Utsira Fyr	2,2	1,6
Indre Matre	0,7	0,6
Svandalsflona	-7,0	-7,2
Ullensvang	-0,6	-0,7
Kvamskogen	-3,1	-3,4
Slirå	-9,7	-10,0
Myrdal	-6,1	-6,4
Voss II	-5,0	-4,7
Bergen	1,5	1,3
Syfteland	-0,8	-0,8
Modalen	-2,1	-2,4
Vangsnes	-0,1	-0,3
Balestrand	0,1	0,1
Fjærland	-3,6	-3,2
Lærdal-Tønjum	-2,7	-2,6
Leikanger	-0,6	-0,6
Luster Sanatorium	-4,1	-4,2
Fortun	-5,1	-5,1
Førde i Sunnfjord	-2,2	-2,1
Kinn	2,4	1,9
Brandsøy	1,2	1,2
Nordfjordeid	-1,1	-1,3
Oppstryn	-1,2	-1,8
Ørsta	-0,8	0,5
Tafjord	0,4	0,1
Runde	2,4	2,1
Ålesund	2,5	2,1
Ona	2,5	2,1
Gjermundnes	-0,3	-0,1
Åndalsnes	-0,5	-1,0
Molde	-0,9	-0,8
Sunndal	-4,5	-4,1

Stasjon	Januar	Februar
Jomfruland	-2,0	-1,8
Kristiansund N.	1,0	0,9
Vallesund	-0,4	-0,4
Ørland	-0,8	-0,8
Trondheim - Voll	-3,4	-2,9
Selbu	-4,2	-3,7
Berkåk	-6,5	-5,9
Meråker	-5,1	-4,4
Værnes	-3,4	-2,8
Ytterøy	-2,7	-2,5
Steinkjer	-3,9	-3,4
Kjevli i Snåsa	-6,4	-5,5
Namsos	-3,0	-2,9
Høylandet	-7,3	-6,5
Grong	-5,1	-4,8
Nordli III	-10,0	-9,0
Nordøyan	0,5	0,1
Majavatn	-6,9	-6,7
Brønnøysund	-0,7	-0,8
Hattfjelldal	-10,1	-8,5
Skålvær	0,0	-0,4
Mo i Rana	-6,4	-6,2
Myken	0,8	0,4
Glomfjord	-1,0	-1,4
Rognan	-7,4	-5,8
Bodø	-2,1	-2,4
Fauske	-4,0	-3,8
Grøtøy	-0,4	-0,9
Bjørnfjell	-10,6	-11,2
Narvik	-3,7	-4,2
Offersøy	-2,0	-2,5

Stasjon	Januar	Februar
Tingvoll	-2,2	-1,9
Skrova	-0,2	-0,9
Svolvær	-1,1	-1,8
Røst	1,4	0,7
Eggum	-0,1	-0,7
Bø i Vesterålen	-1,0	-1,5
Andenes	-0,9	-1,5
Sandøy i Senja	-1,3	-1,8
Gibostad	-3,7	-4,0
Bardufoss	-8,8	-9,0
Sommarøya i Senja	-1,3	-1,9
Dividalen	-8,8	-9,0
Skibotn	-5,1	-5,8
Tromsø	-3,5	-4,0
Torsvåg Fyr	-0,4	-1,2
Alta-Elvebakken	-7,2	-8,3
Ingøy	-2,0	-2,7
Kistrand	-5,5	-6,5
Mehamn	-4,0	-4,9
Tana	-9,1	-9,9
Rustefjelbma	-9,7	-11,2
Vardø	-4,3	-5,2
Vadsø	-5,9	-6,9
Ekkerøy	-5,6	-6,3
Kirkenes	-9,3	-9,8
Karasjok	-14,8	-14,6
Kautokeino	-14,2	-14,4
Siccejavre	-14,0	-14,3

Regne-Eksempel 1

- a) Boligblokk i Oslo, 4. etasje, prefabrikerte betongkonstruksjoner med få gjennomføringer i taket. Balansert ventilasjon. Det er antatt bruk av dampsperre, men hvilke krav bør settes til denne?

Innvendig klima: P1 = 2p

Ved dimensjonerende vintersituasjon antas:

- innetemperatur + 23 °C
- innvendig relativ fuktighet 35 %
fig. 2.2 for januar / februar
- Forventet totalt fuktinnhold i inneluften er ca. 7 g/m³
tabell 2.2:
23 °C → 20,6 g/m³ ved RF = 100% ⇒ ca. 7 g/m³ ved RF = 35 %
evt. tabell 7.1 og 7.4:
Laveste månedsmiddel ~ -5 °C / bolig med liten fuktproduksjon ⇒
fuktinnhold ~ 7 g/m³

Innvendig trykk: P2 = 5p

Fire etasjer gir ca. 12 m høy bygning. Antar jevn fordeling av utettheter over alle etasjer, men at etasjeskillerne er ganske tette slik at nøytralaksen ligger noe høyere enn byggets halve høyde, f.eks. 8 m over bakken.

Trykket under taket på grunn av termisk oppdrift av luft blir da ca. 4 Pa. Tillegg for ventilasjonsbasert trykk blir her 0. (Vi er klar over at dette kan variere en del, avhengig av styring og kontroll av anlegget).

Konstruksjon : P3 = 2P

Prefabrikerte betongkonstruksjoner → 2 p
Siden det bare er få gjennomføringer vurderes det her ikke nødvendig å gå opp et trinn.

Utvendig klima: P4 = 2P

Tabell 7.3 gir for Oslo laveste månedsmiddel - 4,7 °C

Sum belastningspoeng:
 $\Sigma P = 2 + 5 + 2 + 2 = 11$ p
som gir riskikoklasse R1

Dampspærren kan utføres med 0,2 mm PE-folie med 200 mm omlegg

b) Samme boligblokk plassert i Bergen:

Innvendig klima: P1 = 5p

- Ved dimensjonerende vintersituasjon i januar / februar antas:
- innetemperatur + 23 °C
 - innvendig relativ fuktighet RF ~ 40 %
 - forventet totalt fuktinnhold i luften er ca. 8 - 9 g/m³.
 tabell 2.1:
 23 °C → 20,6 g/m³ ved RF = 100 % ⇒ ca. 8,2 g/m³ ved RF = 40 %
 eventuelt tabell 7.1 og 7.4:
 Laveste månedsmiddel ~ 0 °C / bolig med liten fuktproduksjon ⇒
 fuktinnhold ca. 8,5 g/m³

Innvendig trykk: P2 = 5p

Samme vurdering som tilfelle a)

Konstruksjon: P3 = 2p

Samme vurdering som tilfelle a)

Utvendig klima: P4 = 0p

Tabell 7.3 gir for Bergen laveste månedsmiddeltemperatur + 1,5 °C

Sum belastningspoeng:

$$\Sigma P = 5 + 5 + 2 + 0 = 12$$

som gir risikoklasse R2

Dampspærren kan utføres med 0,2 mm PE-folie, men det anbefales tette skjøter og tilslutninger ved hjelp av skikkelig klemming samt tape eller fugemasse.

Regne-Eksempel 2

Svømmehall i Tromsø, 8 meter takhøyde, stålkonstruksjoner i taket med noen gjennomføringer. Klimaanlegg er planlagt slik at luftfuktigheten ikke skal overstige 55 % om vinteren ved innnetemperatur på 30 °C.

Hvilke krav skal settes til dampsperrsjiktet?

Innvendig klima: P1 = 10p

Tabell 2.1 gir fuktinnhold 30,4 g/m³ ved RF = 100% som gir fuktinnhold 16,7 g/m³ ved RF = 55 %

Eventuelt bruk av tabell 7.1 og 7.4, gir laveste månedsmiddeltemperatur -4 °C.

Benytter kolonne -5 °C i tabell 7.1 for svømmehaller med avfuktingsanlegg eller klimaanlegg. Det gir fuktinnhold 15 g/m³.

Innvendig trykk: P2 = 10p

Antar at utetthetene er plassert ved tyngdepunktet av vinduer ca. 2-3 m over golv.

Det gir innvendig trykk under taket $p = 0,43 \cdot (t_i - t_u) \cdot \Delta h = 0,043 \cdot (30 - (-5)) \cdot 5 = 7,5 \text{ Pa}$

Hvis det ikke er innlagt styring og regelmessig overvåking av undertrykksventilasjon, er erfaringene at slikt undertrykk ikke skal tas med i beregningene.

Konstruksjon: P3 = 10p

Stålkonstruksjon gir liten egentetthet. Selv få gjennomføringer kan gi store luftlekkasjer. For et slikt bygg vil det kanskje her være riktig å velge ett poengtrinn høyere enn konstruksjonen alene skulle tilsi på grunn av luftlekkasjefaren ved gjennomføringene.

Utvendig klima: P4 = 2p

Tabell 7.3 gir for Tromsø laveste månedsmiddeltemperatur - 3,5 °C.

Sum belastningspoeng:

$$\Sigma P = 10 + 10 + 10 + 2 = 32 \text{ p}$$

Dampsperran utføres i henhold til krav i risikoklasse R4.

Med god styring og kontroll av klimaanlegget slik at det vinterstid oppnås $RF \leq 50\%$, at undertrykksventilasjon etterstrebes og kontrolleres og at planleggerne så langt som mulig unngår gjennomføringer i tak, vil gjøre at dampsperra kan utføres i henhold til kravene i risikoklasse R3.

8.0 DETALJLØSNINGER

For at konstruksjonene skal ha en sjanse til å fungere som den skal må:

- konstruksjonsoppbyggingen planlegges på en slik måte at de utførende håndverkere har mulighet til å oppnå en kontinuerlig og lufttett sperre.
- konstruksjonene planlegges slik at det innebygges sikkerhet mot utettheter.
- innbygd sikkerhet prioriteres selv om materialvolumet og investeringskostnadene øker. Det er dyrere å rette en feil enn å gjøre det riktig første gang.
- det velges løsninger og utførelse som minsker risiko for innbygging av fuktighet (nedbør, byggfukt).

Utetthetene oppstår vanligvis der det ikke blir tett av seg selv, f.eks.:

- ved overgang tak/vegg
- ved gjennomføringer
- rundt innfelte lysarmaturer, m.v.
- i tilslutninger ved hovedbæresystemet, søyler, dragere og mot vinduer
- ved åpne omleggsskjøter i dampsperran
- ved bruk av for tynn dampsperran
- ved sprang i tak- og veggplanet
- i overganger mellom ulike konstruksjoner
- når omleggsskjøter bare klemmes med panelbord

I grove trekk angis følgende retningslinjer som må følges hvis en lufttett konstruksjon skal oppnås:

- Plasser hovedbæresystemet, søyler og bjelker i sin helhet, inne i bygningen. Konstruksjonsdelene blir dermed liggende i et stabilt inneklime. Varmeisolasjon og dampsperran kan dermed føres kontinuerlig forbi hovedbæresystemet.
- Bruk ikke tynnere enn 0,15 mm, helst 0,2 mm, plastfolie.
- Betrakt dampsperran mest som et lufttettende sjikt, klem skjøtene med egen klemløst som er festet c/c 150 mm.
- Planlegg med mest mulig plane, ensartede flater uten sprang som krever vanskelig skjøter og splitting av dampsperran.

- Sørg for kontinuitet i dampsperra i overgang mellom yttervegg og tak.
- Unngå punktering av dampsperra ved å legge elektriske anlegg, armaturer, kabler, rør, øvrig utstyr, kanaler m.v. åpent på *undersiden* av dampsperra og *ikke gjennom* denne. Begrens eventuelle gjennomføringer til *et minimum* og sørg for fullstendig tette overganger.
- Unngå kombinasjon av flere ulike typer ytterkonstruksjoner, f.eks. betong, mur, tegl på den ene siden og bindingsverk på den andre siden. Slike overganger fører *oftest* til brudd i dampsperra når det kommer til utførelse.
- Store og mange åpninger eller gjennomføringer fører til gjentatte brudd i dampsperra.

Figurene som følger (som bl.a. er hentet fra /9/), viser eksempler på hvordan overgang tak/vegg kan utføres for å gi tilfredsstillende tetting.

Fig. 8.1
Viser mulig føring og klemming av dampsperra der bærende profilert stålplate i tak er ført fram til innvendig veggliv.

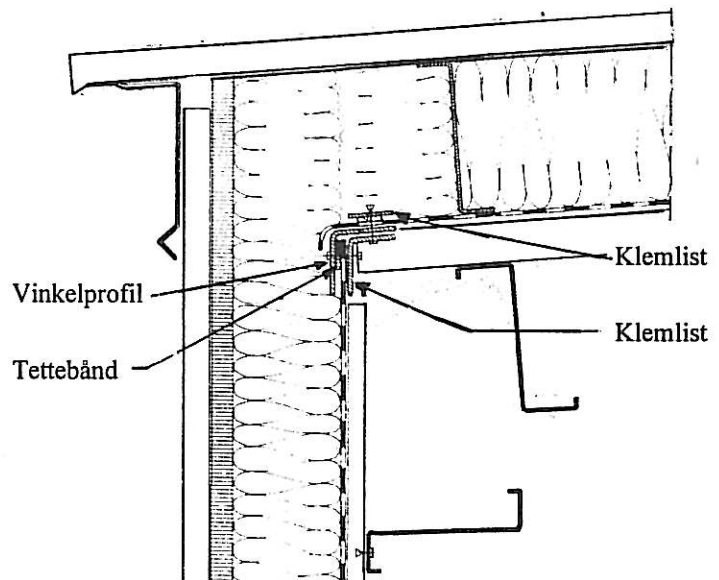


Fig. 8.2
Viser mulig føring og klemming av dampsperra ved overgang fra lavereliggende tak til høy vegg.

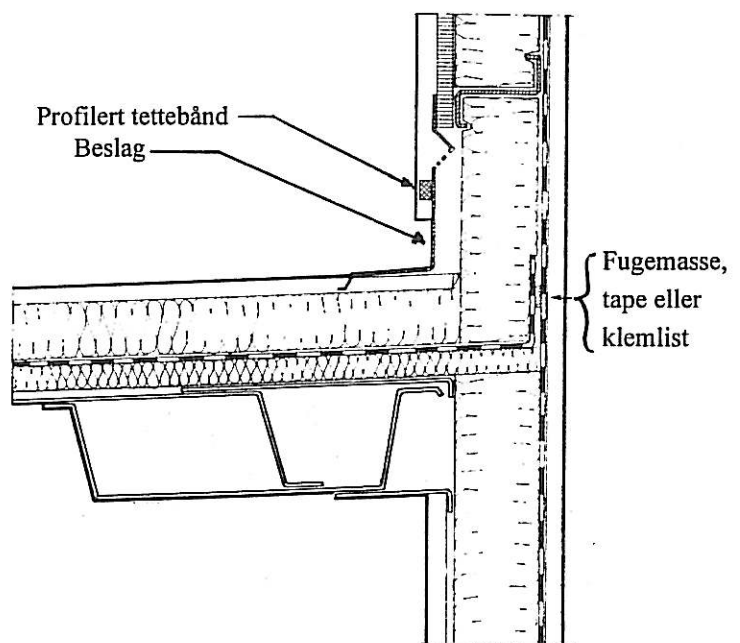
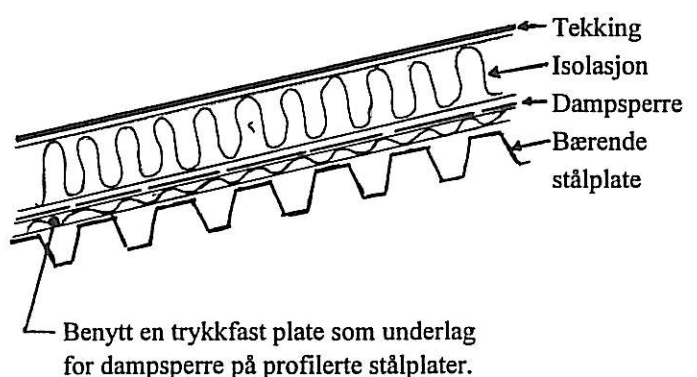


Fig. 8.3
Dampsperrer lagt direkte på profilerte stålplater med omlegg blir sjelden tett. Benytt et hardt og jevnt underlag for dampsperra. Der det er brannteknisk forsvarlig, kan trebaserte plater benyttes, ellers kan det benyttes trykkfast mineralull.



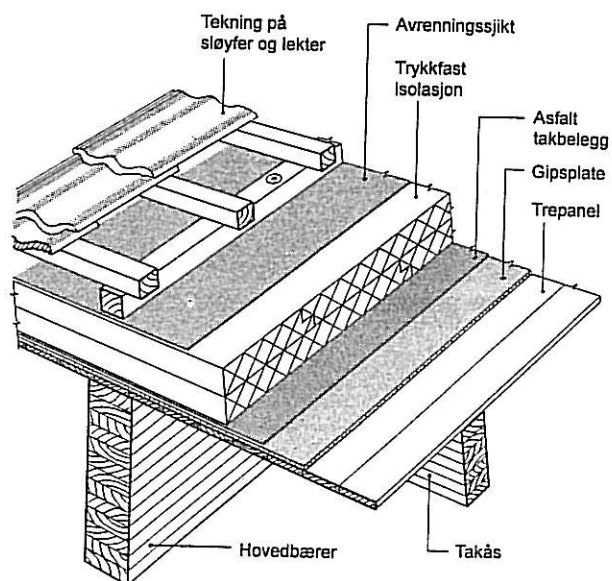


Fig. 8.4

Skrått tretak med utenpåliggende isolasjon og tekning. Oppå takets bærekonstruksjon legges kombinert himling/undertak. På undertaket legges en takfuktsperre av asfalt takbelegg eller takfolie.

Takfuktsperren skal fungere som dampsperre og i tillegg som midlertidig tekning inntil værforhold etc. tillater legging av resten av taket. Isolasjonen som benyttes, må være trykkfast. På topp legges enten en luftet tekning med et avrenningssjikt under, eller det benyttes en kompakt takløsning med tekningen lagt direkte på isolasjonen. Taktekningen festes mekanisk.

9.0 HENVISNINGER

- | | | |
|------|--|--|
| /1/ | <i>Byggforskserien</i>
G421.132
A544.202
A544.203
A544.204

A573.121
A573.430 | Fuktmekanikk
Tekking med folier
Tekking med asfalt takbelegg
Tekking med asfalt takbelegg og takfolier
Detalløsninger
Materialer til luft- og damptetting
Materialdata for fukttransport |
| /2/ | <i>Trehus</i> | Håndbok 38
Norges byggforskningsinstitutt 1990 |
| /3/ | <i>Produktnorm 8000</i> | Plastfolier til dampsperre i bygg
Norsk Plastforening |
| /4/ | <i>SFS Verksnorm 2000/2001</i> | Luft- och ångspärrar av LD-Polyeten (LDPE)
Kvalitetsfordringar och provningsmetoder
Sveriges Plastförbund |
| /5/ | <i>NBI-prosjektrapport 111</i> | Dampsperre punktert av mekaniske festemidler. Måling av luftgjennomgang (NBI 1992) |
| /6/ | <i>Fukthåndbok</i> | Praktik och teori
Lars Erik Nevander / Bengt Elmarson
AB Svensk Byggtjänst 1994 |
| /7/ | <i>Biologiske skadegjørere i bygninger</i> | Mycoteam v/J. Mattson og K. Mohn Jenssen 1991 |
| /8/ | <i>Byggforskning 93.5.</i> | Fuktmätningar i svenska hem:
"Lagom" fuktnivå bäst för bostaden
Nicolaj Tolstøy |
| /9/ | <i>Energisnåla Stålhallar</i> | Bygningstekniska lösningar för god lufttätthet och effektiv värmeisolering
SBI-publikasjon 95-1985 |
| /10/ | <i>VVS-tekniske klima-data for Norge</i> | Håndbok 33
Norges byggforskningsinstitutt 1979 |
